

健康増進のための住環境についての研究

研究代表者 林 基哉 国立保健医療科学院 総括研究官

研究要旨

住居環境に起因する健康影響・健康増進に係る過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機序に関するエビデンスを収集し、住宅及び健康影響等の関連する統計データを収集して整理した。今後の調査研究に向けた基礎情報とし、健康影響・健康増進に資する科学的エビデンスの利活用方法について提言する。

住居環境の実態・動向、住居環境に起因する健康影響の実態及び機序に関する国内外のエビデンスを入手し整理することで、我国の現状と将来の住居環境に起因する健康影響を把握する材料を得た。また、住宅の省エネルギー化に伴う断熱気密化や暖冷房換気設備の普及の効果や新しい住宅における住まい方や健康リテラシーに関する基礎情報を得た。また、これらの収集された科学的エビデンスの利活用方法についての提言により、今後の研究の進むべき方向性を示した。

建築物の省エネルギー基準の強化にともなって、住宅の断熱気密化が急速に進み居住環境の向上が期待される一方で、常時換気設備や暖冷房装置の使用に関する理解不足、エネルギー節約のための誤った使用など、建物性能を活かしていない居住環境によるシックハウスやヒートショック等の問題、旧来の非気密低断熱におけるダンプネス及びヒートショック等による影響が改めて確認された。本研究によって、居住環境における様々な健康リスク要因に関するエビデンスが収集され、研究デザインの要素が明らかになった。住居内の温熱光環境は、循環器疾患等の健康リスクの重要な要因であり、地域の気象条件の影響も看過できない。また、音環境の影響に関する指摘もあり、居住環境に起因する健康リスクに関する研究課題が挙げられる。SHS、SBS、ダンプネス等の空気環境に係る健康影響に関する知見は多いが、居住環境との関係についての課題が挙げられる。

住宅の構法、省エネレベル、地域によって居住環境は多様性であり、高齢者などのハイリスク者への対応、居住リテラシーの必要性に関する指摘がある。

今後は、エビデンスの追加と整理、居住環境の実態把握、居住環境に起因する健康リスクの想定、居住環境の改善による効果を、QOL、医療費の側面から推定することが必要である。

研究分担者

佐伯 圭吾・公立学校法人 奈良県立医科大学 医学部

東 賢一・近畿大学 医学部

杉山 大典・慶應義塾大学 看護医療学部

阪東 美智子・国立保健医療科学院 生活環境研究部

荒木 敦子・北海道大学 環境健康科学研究教育センター

開原 典子・国立保健医療科学院 生活環境研究部

長谷川 兼一・秋田県立大学 システム科学技術学部

金 勲・国立保健医療科学院 生活環境研究部

羽山 広文・北海道大学 大学院工学研究院 空間性能システム部門

小林 健一・国立保健医療科学院 医療・福祉サービス研究部

桑沢 保夫・国土技術政策総合研究所 住宅研究部

## A. 研究目的

近年、住宅の省エネルギー化が推進され、新旧の住宅性能に大きな格差が生じる中、住居環境に起因する健康影響が憂慮されている。シックハウス症候群、化学物質過敏症、真菌・ダニ等によるアレルギー、室内温度がリスク因子となる高血圧症、脂質異常症、温度差が原因で発症する虚血性心疾患、脳血管疾患（ヒートショック）等の多様な住居環境に係る健康リスクの可能性が示唆されている。

住居環境は、住居者の経験や地域によって異なる暮らし方に左右されるが、同時に住宅性能によって制限される。住居環境に起因する健康影響や健康増進を踏まえると、必要な住宅性能と適切な暮らし方の両輪が必要となる。具体的には、断熱気密性能等の躯体性能、適切な暖冷房換気設備、建材や生活用品への配慮、気象条件に適合した生活習慣などの複数の要素が必要となる。しかし、高齢少子化、都市への人口集中、単身世帯の増加、住宅の洋風化、省エネルギー化にともなって、各要素それぞれに変化が見られ、多様な住居環境が存在していることが指摘されている。

我国は、すでに超高齢社会となっており、住居に係る健康影響の観点でハイリスク対象が多い可能性があることが指摘されているが、これらの健康影響は、住居者の年齢や体質などの住居者の健康状態など、住居環境以外の要素が関与していることも指摘されている。このために、住居環境に係る健康影響・健康増進の実態を明らかにするためには、多面的な調査研究が必要であるとともに、その機序を解明することは簡単ではない。

本研究では、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関係する過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機序に関するエビデンスを収集して整理する。また、住宅及び健康影響等の関連する統計データを収集して整理する。これによって、今後の調査研究に向けた基礎情報とし、健康影響・健康増進に資する科学的エビデンスの利活用方法について提言することを目的とする。

本研究では、住居環境の実態・動向、住居環境

に起因する健康影響の実態及び機序に関する国内外のエビデンスを入手し整理することで、我国の現状と将来の住居環境に起因する健康影響を把握する材料を得ることが出来る。また、住宅の省エネルギー化に伴う断熱気密化や暖冷房換気設備の普及の効果や新しい住宅における住まい方や健康リテラシーに関する基礎情報を得ることが出来る。また、これらの収集された科学的エビデンスの利活用方法についての提言により、今後の研究の進むべき方向性が示される。

建築物の省エネルギー基準の強化にともなって、住宅の断熱気密化が急速に進み住居環境の向上が期待されている。一方で、常時換気設備や暖冷房装置の使用方法に関する理解不足、エネルギー節約のための誤った使用など、建物性能を活かしていない居住環境によるシックハウスやヒートショック等の問題が指摘されている。また、旧来の非気密低断熱におけるダンプネス及びヒートショック等による影響が従来指摘されている。これらの対策を早急に確立することが急務となっており、我国の住宅の住居環境の実態と動向、健康影響に関するエビデンスにもとづく、居住に係る健康増進に資する研究デザインを示すことができる。

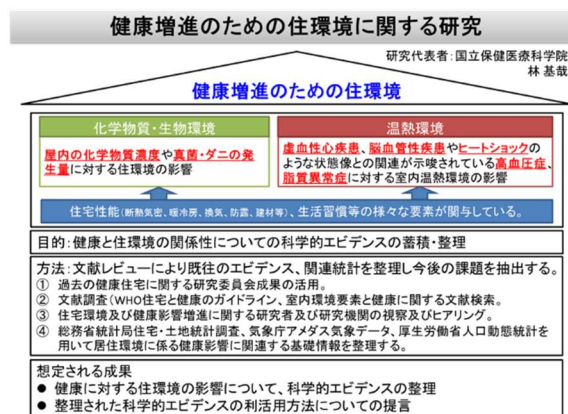


図1 研究の構造

## B. 研究方法

I. 住宅の空気環境及び温熱環境、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献及び関連の調査研究の最新動向に関する情報を

収集して整理する。

- 1) 過去の研究委員会成果（建設小省委託業務「住宅生産イノベーションプロジェクト健康で快適な住宅開発業務・健康阻害要因とその性能水準」H2、建設省建築研究所「健康的な住居環境形成技術の開発」H10、国土技術総合研究所「シックハウス対策技術の開発」H13、国土交通省住宅局「住宅のカビ・ダニ等のアレルギー源に係る実態把握及び情報提供に係る検討」H19、一般社団法人日本サステナブル建築協会健康維持増進住宅研究委員会・コンソーシアムH23、日本サステナブル建築協会スマートウエルネス住宅等推進調査委員会研究企画委員会H30等）の活用
  - 2) 研究文献調査（世界保健機関（WHO）住宅と健康のガイドライン（Housing and Health Guidelines）及びそのエビデンス、PubMed検索で室内温熱環境及び空気環境等の室内環境要素と健康影響に関する文献を取得する。
  - 3) 住居環境及び健康影響増進に関する研究者及び研究機関の視察及びヒアリングにより、近年の調査研究の現状と動向に関する情報を収集する。
- II. 総務省統計局住宅・土地統計調査、国土交通省気象庁アメダス気象データ、厚生労働省人口動態統計を用いて、住宅の省エネ法対応、暖冷房換気設備の普及、気象条件、室内環境に関連する可能性がある疾病の状況等に関する基礎情報を整理する。なお、アメダス気象データと人口動態統計については、関連付けする手法を用い、心疾患、脳血管疾患等の関係性に関する整理の方法を検討する。
- III. 以上を用いて、収集された科学的エビデンスの利活用方法について提言を行い、今後の研究の進むべき方向性を示す。

以上のように、本研究は既往の文献および公表

データに基づいており、個人情報を全く使用せず、倫理面の問題は発生しない。

## C. 研究結果及び考察

### C1. 住居内の温熱・光環境と健康に関する文献調査と課題抽出

冬には脳血管疾患、心疾患、呼吸器感染症による死亡率が上昇する。近年、分析法の進歩によって、外気温の変化に関連する死亡率を曝露からイベントまでの潜時を考慮して正確に推計できるようになった。わが国の寒冷曝露関連死亡は、総死亡の9.8%にのぼり、1年あたり9.4万人と推計され、これは高血圧症による過剰死亡（10.4万人）に匹敵する。外気温の24時間平均値が26℃未満となる軽度の寒冷曝露から、死亡率が上昇し始めることがわかった。既存の生態学的研究は、室温が暖かく保たれている北欧諸国の冬の死亡率上昇が、南欧諸国より小さいことから、外気温関連死亡は、室温の調整によって予防可能なことが示唆した。室温環境を介入した無作為化比較試験は、室温調整によって血圧が有意に低下し、着衣の調整では血圧上昇を防げないことを示した。暖房指示介入効果による無作為化比較試験は、早朝血圧を有意に低下させる効果を示したが、室温の上昇は予測より少なく、暖房設備や断熱性能といった住宅性能の整備の必要性を示唆した。大規模コホート研究の横断解析は、室温低値が、血圧高値、入眠潜時延長、血小板高値、夜間頻尿と関連することを示した。

ヒトの神経・精神・循環・代謝などの生理機能には概日リズムが存在し、網膜で受容される光情報によって、外部環境と同調されている。人工照明や電子機器による夜間の光曝露の増加が、生体リズム障害を介して、肥満、糖尿病、うつ、心血管疾患の危険因子となっている可能性が指摘されている。わが国の高齢者を対象とした前向きコホート研究は、世界で初めて光曝露量を実生活下で測定し、夜間の光曝露量が多い者で、メラトニン分泌量が少なく、夜間のメラトニン分泌の低値が、夜間頻尿の有病割合、動脈硬化、認知機能障害、うつ症状、筋力低値と関連することを示して

いる。さらに夜間の光曝露が多いことが、夜間高血圧、睡眠障害、動脈硬化、全身炎症と関連することを示した。またベースライン時の夜間の光曝露が多い対象者では、少ない対象者と比べて肥満の進行とうつ症状の新規発症が有意に多い縦断的関連を示した。この関連は既知の交絡要因とは独立していた。

先行研究は、住居内の温度や光環境が生活習慣病の重要な環境要因であることを示唆しており、住環境の温度や光環境は介入可能で、多くの国民に関連する要因である点に着目すべきである。今後は死亡やがん、認知症、心血管疾患発症との関連に関する研究を促進することと、予防策立案にむけての研究が必要である。

## C2. 気象データと人口動態統計を用いた疾病による死亡の季節依存性に関する経時的分析

日本人の死因で心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患、不慮の溺死溺水は冬季に増加するという報告が多い。本研究では1972～2015年の人口動態統計死亡票と気象データの関係を整理し、健康で安全な建築、都市計画の指標とすることを目的とする。

1972年～2015年の人口動態統計死亡票とアメダス気象データから得た死亡者と死亡日の日平均外気温のリストを用いて(1)CSVM、(2)Death Index、(3)死亡数重み付け月平均外気温と月別死亡割合による分析を行った。その結果、下記の知見を得た。

- 1) 日本におけるCSVMは1998年に増加のピークを迎え、呼吸器疾患において顕著であった。また、日本と欧州に共通し温暖地よりも寒冷地の方がCSVMは低くなった。
- 2) Death Indexについて、1950年までの東京と北海道のDeath Indexは違う傾向を示し、それ以降は似た傾向を示すようになった。
- 3) 北海道以外の多くの地域で、外気温による月別死亡割合の変動は1980年頃よりも改善していた。また、温暖地では寒冷地よりも、低外気温であるほど月別死亡割合が高い傾向

が顕著であった。

## C3. 冬期住居環境と健康影響、気象データと人口動態統計に関する分析と課題抽出

住居環境と健康障害に関する騒音による健康影響については、これまでに世界各国で数多くの研究がなされている。そこで、本研究では健康障害の中でも循環器疾患に影響を与えられと考えられる住居因子に関する先行研究についての文献調査を行い、今後わが国において健康増進のための住居環境に関する研究を進める上で必要と思われる課題の抽出を試みた。

WHOの関連ガイドライン（WHO Housing and health guidelines および Noise guidelines for the European Region）を参考にした検索式にてPubMedを用いた文献検索を行い、1047件の対象文献を抽出した（文献数固定日：2019年11月25日）。これに加えて、前述のガイドラインやreview文献を用いたハンドサーチを行った。評価対象となる居住環境因子については、その出現頻度を鑑み、1) 室内温度と循環器疾患の関連 2) 各種騒音と循環器疾患の関連 3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連 4) 1)～3)の複数の因子と循環器疾患の関連 以上の4カテゴリーに先行研究を大別することとした。英語以外で書かれた文献や学術論文文化されていないthesis および学会抄録は最終的な評価対象から除外した。また、アウトカムである循環器疾患については虚血性心疾患・脳卒中の発症もしくは死亡・循環器疾患による救急受診・循環器疾患による服薬（除く降圧薬のみ）といったハードエンドポイントを扱ったものに対象を絞って検討を行った。

文献検索の結果、1) 室内温度と循環器疾患について1件、2) 各種騒音と循環器疾患について28件、3) その他の居住環境因子と循環器疾患について3件、4) 1)～3)を複数評価した研究について9件抽出された。特に騒音と循環器疾患の関連については、騒音曝露と循環器疾患の発症・死亡などとの間に統計学的な有意差は別にして概ね正の関連が見られた。しかしながら、今回

抽出された研究の中に日本国内で行われた研究は抽出されず、わが国においては虚血性心疾患よりも脳卒中の方が発症頻度が多いという特性も鑑み、今後は国の公的データを利用した研究を行い、わが国におけるエビデンスを構築する必要があると考えられた。

#### C4. 温熱環境（温湿度、皮膚、住宅構法）に関する文献調査と課題抽出

住宅の省エネルギー化が推進され、新旧の住宅性能に大きな格差が生じる中、多様な住居環境に係る健康リスクの可能性が示唆されているとともに、高齢少子化、都市への人口集中、単身世帯の増加、住宅の洋風化、省エネルギー化にともない多様な住居環境が存在していることが指摘されている。住居環境に係る健康影響・健康増進の実態を明らかにするためには、多面的な調査研究を行うことが必要である。その中から、本報告では、温熱環境、特に低湿度環境と健康に関する文献調査を行うとともに、住宅の構法に関する状況を紹介する。

検索を行うデータベースについて、CiNii Articles、J-STAGE、メディカルオンライン、医中誌 Web、メディカルオンライン、最新看護索引 Web、MedicalFinder、JDream III、PubMed、Web of Science Core Collection の 9 つとし、温湿度環境と健康に関する文献検索が行われた。検索のワードについて、温度、湿度、温湿度、健康、室内、住宅、皮膚として検索を行ったところ、湿度の論文のうち低湿度を対象にしているものは少ないこと、湿度と健康、特に低湿度と健康の論文数は少ないものの、2000 年に入ってからのもが多いことなどの傾向が得られた。

これらの全体論文数の概要のほか、日本の傾向、日本の室内湿度と健康に関する実態調査と生理・心理量の研究、日本の住宅の構法・構法について、紹介を行っている。これらの情報収集を通して、住宅の室内環境に起因する設備機器の運転などは個人の好みなどに任されていることもあり湿度に対する調整法や管理方法などの情報が広く共有されるとまでは言えないこと、室内湿度環境

と健康との関係について明快な説明は得られていないと思われること、住宅の構法・工法、住宅の種類、省エネルギー対策による新旧住宅性能の違い、住宅形態の地域性などにより住宅は多様性に富んでいることなどが紹介された。

温湿度環境と健康、特に低湿度環境と健康に関する文献調査を通して、一定のエビデンスの蓄積が確認されたものの、健康維持及び健康増進などを目指し、湿度と健康に関するエビデンスの構築が十分になされているとは言いがたい。湿度管理目標の設定は、目的により異なるといわれており、特に、高齢化が急速に進展している我が国では、高齢者に向けた湿度管理の情報発信も重要となる。今後、より一層、多面的な情報の整備や議論が必要となるだろう。

#### C5. 室内環境とシックハウス症候群等の健康影響に関する文献調査と課題抽出

シックビルディング症候群 (SBS) /シックハウス症候群 (SHS) は、特定の建物で生じる非特異的症状と定義されている。欧米では SBS は建物の高气密化が急速に進んだ 1970 年代に問題になった。日本では特に新築あるいは改築した住宅で問題になった。SBS、SHS はともに室内環境に起因する症状であり、その建物を離れると改善する。そこで、本課題では、①過去の SBS/SHS に関する科学研究の概要を把握する、②これまでに報告された自宅環境と SHS に関する文献調査、を実施した。これらの研究報告をまとめ、今後の SHS 研究の課題を検討することを目的とした。

①過去の SBS/SHS に関する科学研究の概は、PubMed を用いて検索したところ 380 編の論文が抽出された。このうち、症例報告、患者を対象とした研究、環境測定のみで健康アウトカムを含まない研究、in vitro および in vivo 研究を除き、年代別に 1980 年代、1990 年代、2000 年代、および 2010 年以降の研究報告をまとめた。②自宅環境と SHS に関する文献調査は、PubMed を用いて検索したところ、80 編の論文が抽出された。このうち、アウトカムが SBS でないもの、原著論文でないもの、質的研究、住環境でないもの、

個人特性のみをばく露とした論文を除外した 25 編について要約をまとめた。

①過去の SBS/SHS に関する研究の概要では、1980 年代にはじめて SBS という言葉が論文上で使用された。最も古い論文は英国で 1984 年、次いでデンマークで 1989 年に報告された。1990 年代には SBS の有訴に関する多くの研究が職場で実施された。要因は HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) や換気・温湿度、ダンプネスなど一般的な室内環境が多く、塗料や化学物質、バイオエアロゾールも注目された。2000 年代は北欧、米国や日本で研究が実施された。有訴に関する記述的な研究に加えて、リスク要因として HVAC、換気、ダンプネス、心理社会要因、コピー機や PC 等のオフィス機器について報告がある。2010 年以降には、日本、スウェーデン、中国、マレーシア等でも研究が報告された。住環境における調査研究が 16 報と増加し、SBS の他、鼻汁バイオマーカーなどの客観的指標も測定された。曝露としてはアルデヒド類や VOC (Volatile Organic Compounds 化学物質等の化学物質、ガス状物質、生物因子等の環境実測も実施されるようになった。

②自宅環境と SHS に関する文献調査では、SBS/SHS に関する論文 25 報のうち、横断研究は 18 編、縦断研究は 6 報だった。研究は、日本、スウェーデン、中国が中心だった。共通してリスク要因として挙げられるのがダンプネスである。化学物質については 2010 年以降に多くの研究がなされるようになった。日本ではホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、パラジクロロベンゼンについては数件の住宅で指針値濃度を超過している場合があったが、その他化学物質についてはいずれも指針値超過は無く、室内濃度レベルは低い。一方、ガイドライン値以下の濃度であっても、ホルムアルデヒド、室内の塗装、ベンゼンが SBS/SHS と関連していた。カビ臭やダンプネスは明らかな SBS のリスク要因であるが、真菌や微生物については SBS のリスク要因としての結論は難しい。Microbial VOC (MVOC) もリスクとして報告された。準揮発性有機化合物 Semi-

VOC (SVOC) は、tri-n-butyl phosphate が SBS 粘膜症状のリスクを上げたが、むしろリスクを下げる方向の関連も認められた。一方、加水分解による 2-エチル-1-ヘキサノール放散が増加させる可能性がある。

多くの研究が縦断研究であり、因果関係を結論づけることは難しい。一方、ダンプネスのない住環境づくりが最も重要であり、既存の住宅においてもダンプネスを改善できるような介入が望まれ、ダンプネスの改善による SBS 改善効果を検証できるような研究が、今後求められる。化学物質については引き続き室内の化学物質濃度を低く抑えることは SHS の予防において重要だろう。MVOC や SVOC と SBS との関連の報告は数えるほどで、ダンプネスとの関連も含めて、これらがリスク要因となり得るかを明らかにすることも今後の研究課題である。

## C6. ダンプネス等の室内環境及び健康影響調査に感ずる文献調査と課題抽出

### C6.1. 住宅における室内温湿度と健康の関連性についての既往の調査研究

住宅を取り巻く健康影響要因には多くの様相があるが、本研究では、熱環境、過乾燥とダンプネスと健康との関連性についての既往研究をレビューし、それぞれの環境要因が人の健康にどのように関わっているに着目して概説した。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 脳血管疾患を含む循環器系疾患の発症は、高血圧が危険因子の一つとされているが、家庭内での血圧変動には暴露温度の関与は無視できない。高齢者には 15°C 以上の室温が望ましいとする知見があるが、最近の WHO によるガイドラインでは、循環器系や呼吸器系の疾患の発症率を低減させるためには、住宅内の室温を 18°C 以上に維持することを推奨している。
- 2) 国土交通省が展開する「スマートウェルネス住宅等推進調査事業」により、居住者の血圧は部屋間の温度差が大きく、床近傍の室温が低い住宅で有意に高いことや、断熱改修後で

は、居住者の起床時の最高血圧が有意に低下していることなど、重環境整備に資する有益な知見が提示されている。

- 3) 住環境において知覚される乾燥感は、低湿度のみが影響している訳ではないといわれている。しかしながら、居住者の健康維持や建物へのダメージ軽減の観点から見ると、極端に湿度が低い環境を緩和することは意義あるといえる。低湿度な環境への暴露が健康に影響するという可能性が指摘されているが、どのような環境条件により乾燥感を申告し、健康影響に至るのかについての知見は少ない。
- 4) 住宅のダンプネスと喘息やアレルギー性鼻炎などの健康影響との関係に着目した先行研究は多く、ダンプネスが健康に影響する可能性が高い。湿度が高い状態(ダンプネス)が原因となり室内環境の汚染が生じるとすれば、汚染が防除できる湿度の範囲や閾値が存在する可能性がある。いずれにしても、現況ではダンプネスによる室内環境の汚染の全体像を示した知見は少ない。

#### C6.2. 住宅の温熱環境に関わる暴露要因と健康の関連性についての分析

住宅内における健康リスク要因についての知見を得るために、過去に実施したアンケート調査のデータを用いて、室内での環境暴露と健康との関連性を評価した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 冬期の脱衣所・浴室の寒さは、東北・福井、東京と長崎の方が寒さを感じる傾向が見取れ、「やや寒」「寒い」が30%程度、「非常に寒い」が長崎では21.7%となっている。北海道では、「どちらでもない」との回答の割合が36.9%と本州や長崎よりも高く、室内で寒さを感じる割合は相対的に低い。
- 2) 過去一年間に室内で結露やカビが発生した世帯の割合は、結露が50~60%、カビが30%程度である。また、冬期における乾燥による身体等への影響として「のどが渇く」「くちびるが渇く」などが、各地域とも20%前後の

世帯で申告されている。

- 3) 通院中の症状として、「喘息」が3%前後、「アレルギー性鼻炎」が10%前後である。「花粉症」は、北海道で低く、東京では22.2%と最も割合が高い。「高血圧」は10%前後である。
- 4) 断熱等級が高いほど脱衣室やトイレで寒さを感じる世帯の割合が低下し、結露・カビの発生も発生割合が低い。また、換気設備を有する住宅ほど、結露・カビの発生割合が低い。換気設備を有しても28.0%の世帯ではカビの発生が認められている。
- 5) ロジスティック回帰分析による解析結果により、「アレルギー性鼻炎」「アレルギー性皮膚炎」「喘息」のいずれも、室内でのカビの発生箇所が増えるにつれて、症状を有する可能性が有意に高くなる。「高血圧」では、個人属性の影響が大きく、室内環境による暴露要因との関連性を確認することができないが、のどや鼻の乾燥への申告が症状と有意に関連している。

#### C7. 化学物質の健康影響と指針値に関する分析と課題抽出

住環境による居住者の健康影響として、主として室内環境化学物質に起因するシックハウス症候群や化学物質過敏症、真菌・ダニ等によるアレルギー疾患、室内温度に起因する高血圧、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血管障害等の多様な疾病が示唆されている。このうち室内環境化学物質については、国際機関や国内外で室内空気中濃度の指針値設定等の対応がとられてきた。しかしながら、引き続き課題が残されており、国内外で取り組みが進められている。本分担研究では、室内環境中の化学物質について、近年における国際機関や国内外の取り組みに関する情報を収集・整理し、今後の課題をとりまとめた。

室内環境中の化学物質による健康影響に対する国内外の取り組みは、室内空気中濃度の指針値(またはガイドライン)の作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。世界

保健期間（WHO）は、各国の取り組みにおいて利用可能な情報や指針を提供する目的で、空気質ガイドラインを1987年から提供し始め、既存物質のガイドラインのアップデートや新たな物質に対するガイドラインの作成等を継続している。これまでのガイドラインは、単一の曝露経路かつ単一の物質を主眼においたガイドラインであった。しかしながら、室内環境においては、単一の物質であっても吸入、経口、経皮等の複数の曝露経路（aggregate exposure）を有する物質や、類似した有害性を有する複数の共存物質に複合曝露（combined exposure）することによる健康リスクが懸念されており、このことを考慮したリスク評価やリスク管理が欧州連合ではすでに一部で始まっている。この問題は、日本においても同様であり、これらの健康リスクに対するリスク評価及びリスク管理手法の検討が必要であると考えられる。また、指針値を策定すると、指針値が策定されていない物質に代替されることにより、新たな健康影響を生じることがあることや、製品に含まれず施工後の建築物で二次生成する化学物質による健康影響も報告されている。このような問題に対する対応も今後検討する必要があり、継続的な住居用建築物における実態調査はその1つの方法と考えられる。

#### C8. 空気環境（化学物質、生物汚染、空調設備）に関する文献調査と課題抽出

室内空気質は大気の影響に加え、室内における人間活動、燃焼によって発生する汚染物質が加わる。また、建材から発生する化学物質、什器や生活用品からも粉塵、化学物質などが1次的に発生するものもあり、入浴・調理・人体から発生する水蒸気や断熱・換気不足による結露などの生活習慣はDanpnessとカビを発生させる。

本章では室内空気質と健康に関する文献調査と実態把握に際し考慮すべき空気汚染項目を選別して纏めた。

WHO「Housing and Health Guidelines (2018)」、厚労省室内濃度指針値、厚生労働省のシックハウスに関する検討会資料、環境省大気環境

基準、WHO(室内)空気質ガイドライン、日本建築学会管理基準値などを参考にして、汚染物質候補を選定、国内住宅事情を鑑みて考慮すべき項目を選別した。

結果、住宅で考慮すべき項目として、シックハウスに関連した厚生労働省の室内指針13物質及び総揮発性有機化合物(TVOC)、2-エチル-1-ヘキサノール、テキサノール、TXIB、ベンゼン、ナフタレン香り成分（芳香剤、洗剤など）、防虫・殺虫剤成分（ナフタレン、p-ジクロロベンゼン、ピレスロイド系）、浮遊真菌、PM2.5が挙げられた。

#### C9. 住宅の省エネ性能、室内環境レベルに関する現状と動向に関する分析と課題抽出

本特別研究における全体の研究目的にある、「住居環境に起因する健康影響・健康増進に係る過去の文献をレビューし住居環境に係る健康影響・健康増進及びその機序に関するエビデンスを収集して整理する。」に対して、本章では、建設省及び国土交通省による委員会成果からの、住宅の空気環境及び温熱環境、住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献及び関連の調査研究の動向に関する情報の収集・整理を行った。以下に示すような結果となった。2000年前後に実施された研究では主にシックハウス問題に対応し、室内空気質に注目した研究内容となっていた。当時の住宅の断熱・気密性能、暖冷房・換気設備のレベルに対しての一般的な状況や、一定の効果を上げることができる対策等が示されているが、その後の建築物省エネルギー法の施行や住宅および住設機器の変化もあることから、「シックハウスに関する事例検討・調査委員会」の成果等により最新の状況を確認する必要がある。

その後、2010年頃からの研究では、温熱環境と健康性の関連を中心とした研究例となっており、広範な調査結果などから地域別の室温の推計方法やその健康性との関連が示されており、今後の研究に対して大いに参考となる内容となっている。

#### C10. 居住リテラシー、ハイリスク対象、ケアに



## 関する文献調査と課題抽出

本研究では、ハイリスク者を対象とした住居環境に起因する健康影響・健康増進に関する文献をレビューし、研究デザイン、対象者と環境要素（条件）、健康影響の3つの観点から考察した。研究デザインは、国内・海外の研究とも横断研究が主体でエビデンスレベルが低いものが多く、比較試験は、住宅改造の効果の検証に限定されていた。

ハイリスク者を扱う研究の中では高齢者を対象としたものが多数であった。

高齢者を対象とした温熱環境に関する調査では、血圧、睡眠、フレイル、転倒、過活動膀胱症状、血小板数、熱中症、呼吸器疾患などが、また、子どもを対象としたダンプネスに関する調査では、喘息、アレルギーなど呼吸器疾患が主要なアウトプットであった。

今後の研究の方向性としては、医療コストに反映されるような疾患・障害をアウトプットとした研究、熱環境以外の環境要素（条件）の健康影響に関する研究や住まい方・リテラシーに介入した研究などが考えられる。

## C11. 住居環境と QOL・医療費に関する文献調査と課題抽出

QOL,医療費の観点で、現状のデータベースの可能性を調査し、医療データの活用に関する課題を抽出するための準備を行った。

## D. 総括

本研究によって、居住環境における様々な健康リスク要因に関するエビデンスが収集され、研究デザインの要素が明らかになった。

住居内の温熱光環境は、循環器疾患等の健康リスクの重要な要因であり、地域の気象条件の影響も看過できない。また、音環境の影響に関する指摘もあり、居住環境に起因する健康リスクに関する研究課題が挙げられる。

SHS、SBS、ダンプネス等の空気環境に係る健康影響に関する知見は多いが、居住環境との関係についての課題が挙げられる。

住宅の構法、省エネレベル、地域によって居住環境は多様性であり、高齢者などのハイリスク者への対応、居住リテラシーの必要性に関する指摘がある。

今後は、エビデンスの追加と整理、居住環境の実態把握、居住環境に起因する健康リスクの想定、居住環境の改善による効果を、QOL、医療費の側面から推定することが必要である。

## E. 研究業績等

### 1. 論文発表

- 1) 東 賢一. 健康リスクの立場からみた環境過敏症の予防について. 室内環境; 22(2), 203–208, 2019.
- 2) 東 賢一. 今後の室内空気汚染物質. 空気清浄; 57(2), 15–20, 2019.
- 3) 東 賢一. 室内化学物質汚染の現状と今後の対策. クリーンテクノロジー; 30(2), 41–45, 2020.
- 4) 東 賢一. 建築物環境衛生管理基準の設定根拠と近年の科学的知見. 空気清浄; 57(5), 4–13, 2020.
- 5) [Editorial book] Kishi R., Norback D., Araki A., Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer, Singapore, Nov. 2019
- 6) Reiko Kishi, Atsuko Araki. Chapter 1: Importance of Indoor Environmental Quality on Human Health toward Achievement of the SDGs. Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer Singapore, 2019; p3-17
- 7) Atsuko Araki, Rahel Mesfin Ketema, Yu Ait Bamai, Reiko Kishi, Chapter 7: Aldehydes, volatile organic compounds (VOCs), and health., Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer Singapore, 2019; p129-158
- 8) Araki A., Ait Bamai Y., Bastiaensen M., Van den Eede N., Kawai T., Tsuboi T., Miyashita

C., Itoh S., Goudarzi H., Konno S., Covaci A., Combined exposure to phthalate esters and phosphate flame retardants and plasticizers and their associations with wheeze and allergy symptoms among school children., *Environmental Res*, 183:109212, 2020

- 9) Ait Bamai Y, Bastiaensen M, Araki A, Goudarzi H, Konno S, Ito S, Miyashita C, Yao Y, Covaci A, Kishi R, Multiple exposures to organophosphate flame retardants alter urinary oxidative stress biomarkers among children: The Hokkaido Study, *Environ Int*, 131:105003, 2019
- 10) Bastiaensen M., Ait Bamai Y., Araki A., Van den Eede N., Kawai T., Tsuboi T., Kishi R., covaci A. Biomonitoring of organophosphate flame retardants and plasticizers in children: associations with house dust and housing characteristics in Japan. *Environ Res*, 172:543-551, 2019
- 11) Rahel Mesfin Ketema, Atsuko Araki, Yu Ait Bamai, Takeshi Saito and Reiko Kishi. Lifestyle behaviors and home and school environment in association with sick building syndrome among elementary school children: a cross-sectional study, *Environmental Health and Preventive Medicine* volume 25, Article number: 28 2020

## 2. 書籍

- 1) Azuma K. Guidelines and Regulations for Indoor Environmental Quality, Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Springer, Singapore, pp.303-318, 2019.
- 2) 東 賢一. [対策] 室内汚染対策／室内環境指針値、[物質編] マンガン及びその化合物. 大気環境の事典. 朝倉書店, 東京, 2019.
- 3) 東 賢一. WHO、諸外国の空気質ガイドライ

ン. 最新の抗菌・防臭・空気質制御技術. テクノシステム, 東京, 2019.

## 3. 学会発表

- 1) Azuma K, Inaba Y, Kim H, Bekki K, Hayashi M, Uchiyama I, Kunugita N. Health risk assessment of human exposure to phthalates-contaminated indoor dust in the environment of homes. 31st annual conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Utrecht, The Netherlands, 25-28 August 2019.
- 2) 東 賢一、稲葉洋平、金 勲、戸次加奈江、林基哉、内山巖雄、樺田尚樹. 一般住宅の室内ダストに含まれるフタル酸エステル類による居住者の健康リスク評価. 第 90 回日本衛生学会学術総会, 盛岡, 2020 年 3 月 26 日-28 日.
- 3) Atsuko Araki, Yu Ait Bamai, Reiko Kishi. Exposure to organophosphate esters in Japan: associations among their concentrations in house dust, urinary metabolite levels, and allergies: ISESISIAQ-2019 (Kaunas, Lithuania, 18-22 August 2019)

## F. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし